

5/10/2016

الأربعاء

د. محمود شهي

محاضرة [2]

Definition:

An artificial neural network is an information - processing system that has certain performance characteristics in common with biological neural networks. Artificial neural networks have been developed as generalizations of mathematical models of human cognition, based on the assumption that:

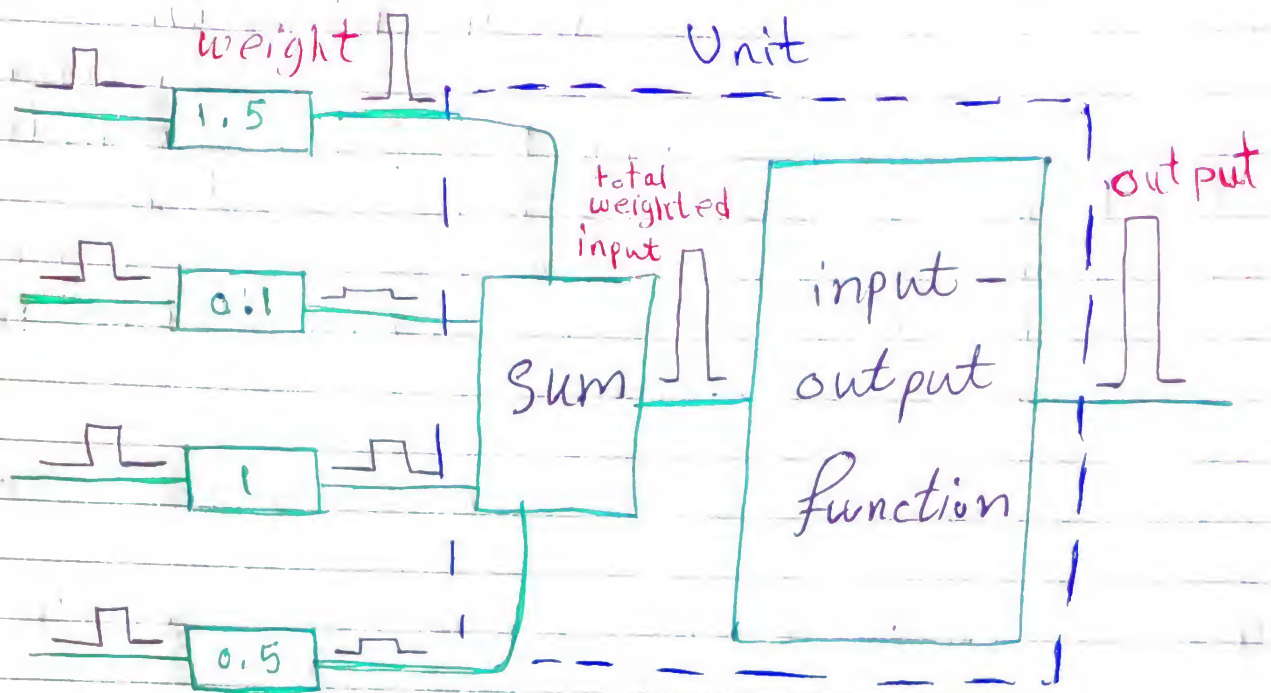
- ① information processing occurs at simple elements called neurons.
- ② Signals are passed between neurons over connection links
- ③ each connection link has an associated weight, which multiplies the signal transmitted
- ④ each neuron applies an activation function to its net input (sum of weighted input signals) to determine its output signal.

بالتالي يمكننا تلخيص السمات الأساسية لـ ANN كما يلي :-

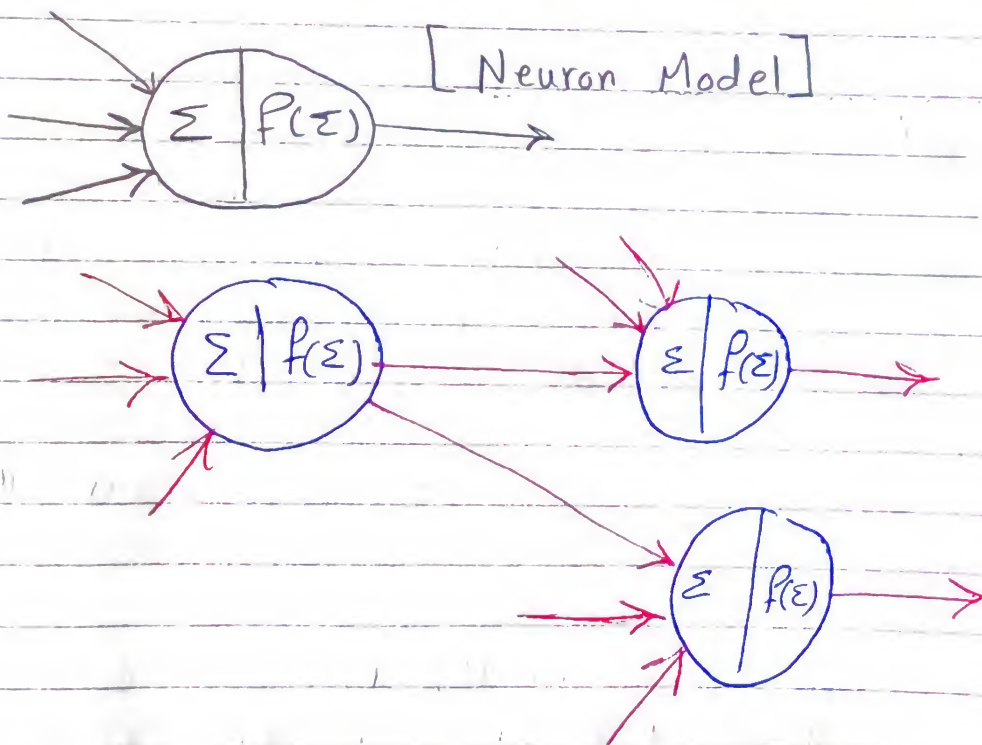
- ① عملية معالجة المعلومات تتم في neurons محليا (Locally)
- ② تعمل الـ neurons على التوازي (in parallel) وتكون موصلة ببعضها البعض فورا
- ③ الـ weights حيث تكسب الـ weights قوة التوصيل
- ③ تتأقود الشبكات على المعرفة من البيانات الداخلية، والبيانات الخارجية عملية تسمى Learning و Training
- ④ الشبكة التي تُمارس عليها الـ Learning تتأقود على السمات الأساسية للحساسة وتستخدمها في عمل تنبؤات يتم الاعتماد عليها.

والوظائف السابقة من ناحية المبدأ هي نفسها وظائف المخ وهي توضح لطريقة التي يتم بها تقليد أوصاف وظائف المخ بواسطة الـ ANN

يوضح الشكل الآتي كيفية عمل الـ Biological neuron والتي يتم تقليدها في الـ Artificial neuron



How a biological neuron works

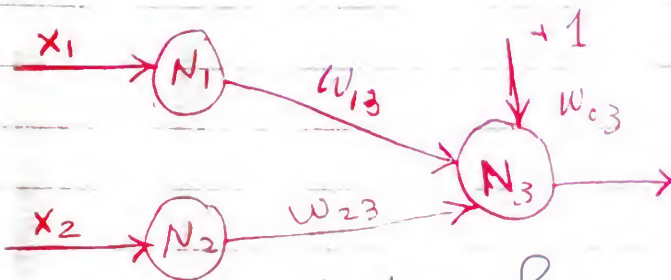


Engineering Problems

Analysis Problem

Design Problem

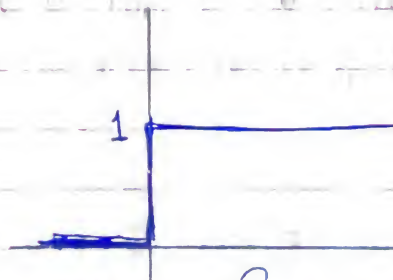
مثال: أُنشئ شبكة عصبية تحقق Logic AND Gate



x_1	x_2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

activation fn:

Binary threshold function



for $y \leq 0$, $f(y) = 0$

for $y > 0$, $f(y) = 1$

أصبحت المسألة هي اختيار الـ weights وفق الـ Truth table

$$y_3 = w_{13}x_1 + w_{23}x_2 + w_{03} < 0$$

① $x_1 = 0, x_2 = 0$ ($S = 0$)

$$y = w_{03} < 0 \quad \text{Inequality}$$

② $x_1 = 0, x_2 = 1$ ($S = 0$)

$$y_3 = w_{23} + w_{03} < 0 \quad \text{inequality}$$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \quad (S = 0)$

$y_3 = w_{13} + w_{03} < 0$

④ $x_1 = 1, x_2 = 1 \quad (S = 1)$

$y_3 = w_{13} + w_{23} + w_{03} \geq 0$ inequality

نحسب الاختيار الـ weights بحداك، بفتح inequality

Trial and error

$w_{03} = -1.5$

$w_{13} = +1$

$w_{23} = +1$

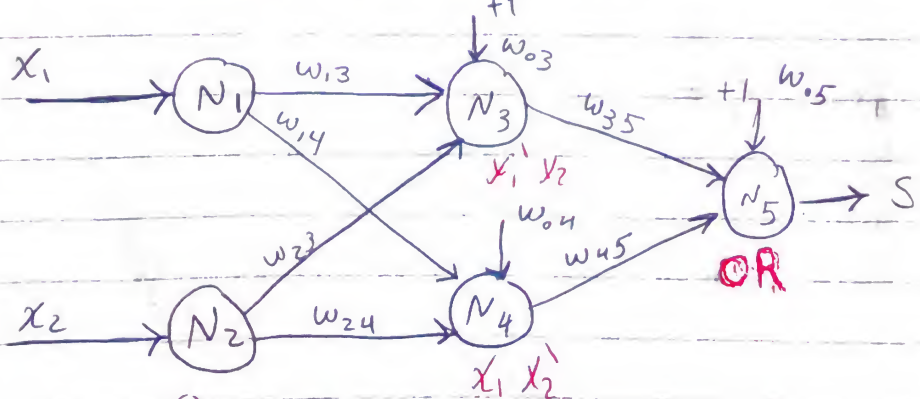
* للتقريب من حدة التقييم فيمكننا عمل checks نغير قيم الـ input ونأخذ
مطابقة الـ output لـ Truth table
* يمكن تضييق نفس طريقة التقييم الـ OR, NAND, NOR

مثال: أنشئ شبكة عصبية ذات مدخلين x_1, x_2 ومخرج واحد S حيث
نأخذ لتقييم x_0

Truth table

x_1	x_2	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$x_1 \oplus x_2 = x_1' x_2 + x_1 x_2'$



Activation fn: Binary Threshold

* Neuron w_3 (operation x_1, x_2)

Activation $y_3 = w_{13}x_1 + w_{23}x_2 + w_{03}$

① $x_1 = 0, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{03} < 0] \quad (1)$

② $x_1 = 0, x_2 = 1 \Rightarrow f(y_3) = 1$

$y_3 = [w_{23} + w_{03} > 0] \quad (2)$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{13} + w_{03} < 0] \quad (3)$

④ $x_1 = x_2 = 1 \Rightarrow f(y_3) = 0$

$y_3 = [w_{13} + w_{23} + w_{03} < 0] \quad (4)$

choose by trial and error

$w_{03} = -1, w_{13} = -1, w_{23} = 1, 5$

Check they meet the specs

x_1	x_2	$f(y_3)$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

* Neuron N_4 (operation x_1, x_2)

Activation $y_4 = w_{14}x_1 + w_{24}x_2 + w_{04}$

① $x_1 = x_2 = 0 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{04} < 0]$

② $x_1 = 0, x_2 = 1 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{24} + w_{04} < 0]$

③ $x_1 = 1, x_2 = 0 \Rightarrow f(y_4) = 1$

$[w_{14} + w_{04} > 0]$

④ $x_1 = x_2 = 1 \Rightarrow f(y_4) = 0$

$[w_{14} + w_{24} + w_{04} < 0]$

x_1	x_2	$f(y_4)$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Choose by trial and error

$$w_{04} = -1, w_{14} = 1.5, w_{24} = -1$$

Check these values meet specs

Neuron N_5 OR operation

هذا ال neuron يقوم بعملية OR على مخرج N_3 و مخرج N_4

يعني OR على $f(y_3), f(y_4)$

#Activation $y_5 = w_{35} f(y_3) + w_{45} f(y_4) + w_{05}$

(1) $f(y_3) = f(y_4) = 0 \quad (S = 0)$

$$y_5 = [w_{05} < 0]$$

(2) $f(y_3) = 1, f(y_4) = 0 \quad (S = 1)$

$$y_5 = [w_{35} + w_{05} > 0]$$

$f(y_3)$	$f(y_4)$	S
0	0	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

(3) $f(y_3) = 0, f(y_4) = 1 \quad (S = 1)$

$$y_5 = [w_{45} + w_{05} > 0]$$

Choose by trial and error

$$w_{35} = 1.5, w_{45} = 1.5, w_{05} = -1$$

ممكن التحقق من النتيجة عن طريق التحقق من الـ 4 حالات لـ x_1, x_2 والتحقق

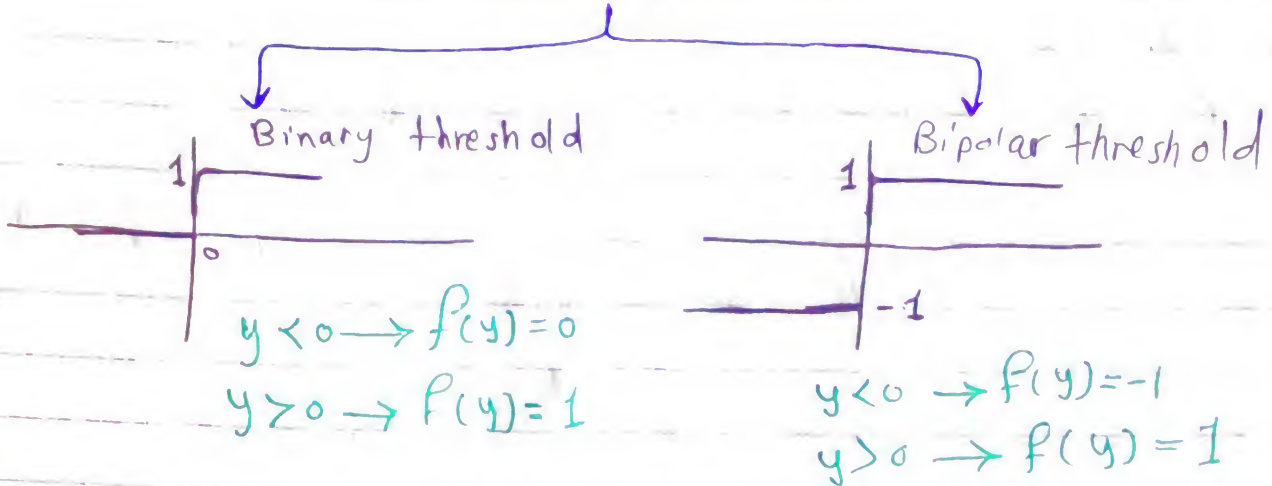
من الـ Truth table

x_1	x_2	y_3	$f(y_3)$	y_4	$f(y_4)$	y_5	S
0	0						0
0	1						1
1	0						1
1	1						0

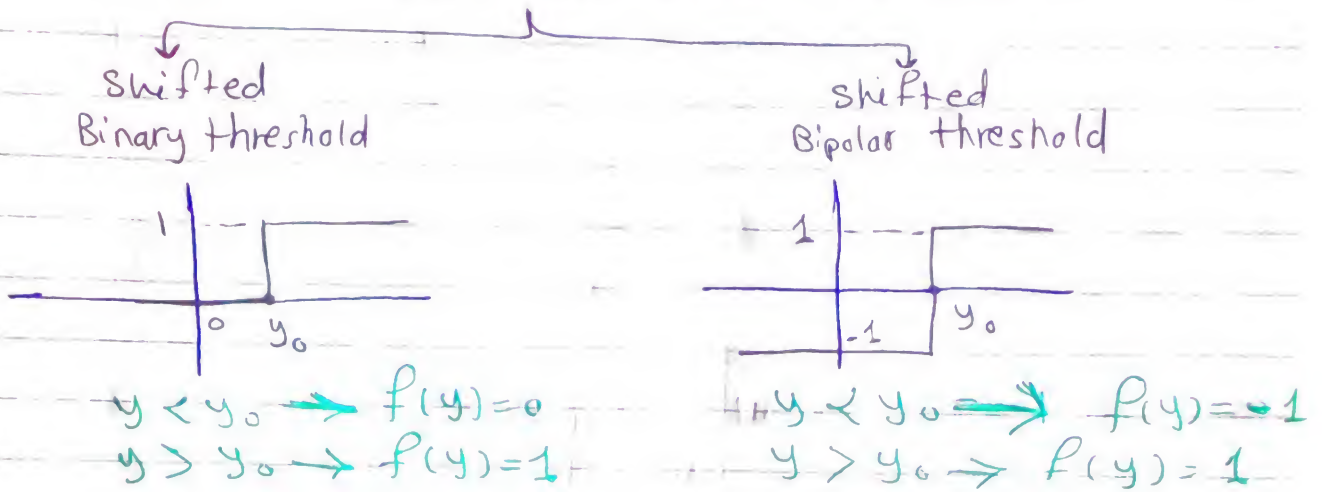
fill table to check

* do the design for XNOR

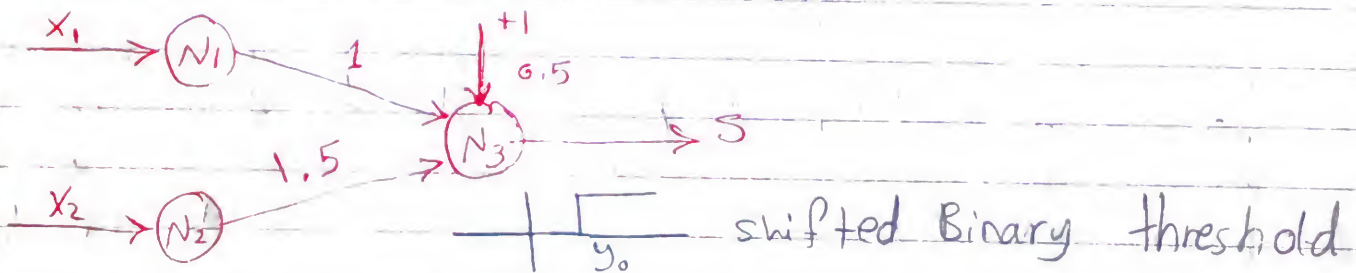
Threshold functions



Shifted threshold functions



We can use y_0 as a free design parameter.



① AND

② OR

③

inputs		output
0.2	0.5	0
0.1	0.7	0
0.8	1.3	0
1.4	1.6	1

we solve for (3)

Neuron N3 \rightarrow

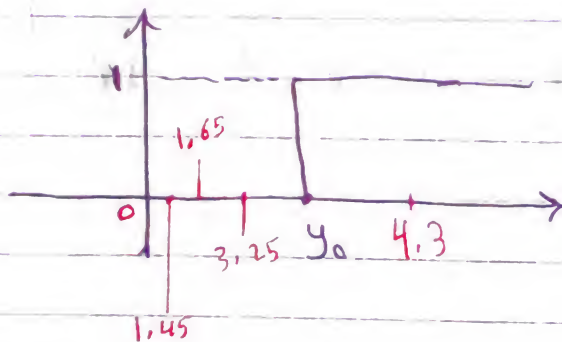
Activation $\rightarrow y = x_1 + 1.5x_2 + 0.5$

(1) $x_1 = 0.2, x_2 = 0.5 \rightarrow (S=0)$
 $y = 0.2 + 0.75 + 0.5 = 1.45$

(2) $x_1 = 0.1, x_2 = 0.7 \rightarrow (S=0)$
 $y = 1.65$

(3) $x_1 = 0.8, x_2 = 1.3 (S=0)$
 $y = 3.25$

(4) $x_1 = 1.4, x_2 = 1.6 (S=1)$
 $y = 4.3$



* لكي نتحقق الشروط نختار $y_0 = 3.5$ ولكن 4.3 و 3.25 y_0 بين y_0
* عملنا check على صحة الدالة السابق بتطبيق قيم x_1, x_2
القيم المعطاة ومساب (output S) والنتيجة هي الجدول التالي

Another Look

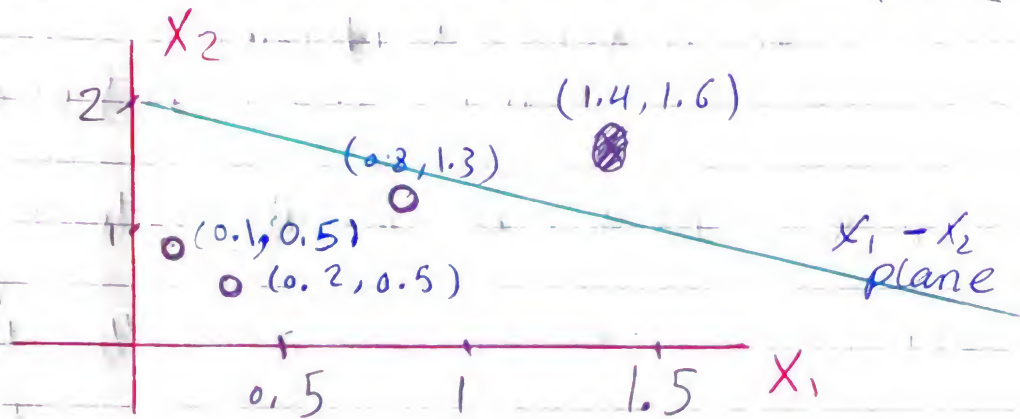
we can see that in (3) that we have 2 classes (0, 1)

Class 1 consist

* لنفحص الجدول لنعلم أننا نتعامل مع خيتم من input patterns

* Class 1 يكون من 3 input patterns فقط output (0)
 * Class 2 يكون من 1 input patterns فقط output (1)

وبالتالي نعلم تصنيف + بأنه أنما Classification



$$y = x_1 + 1.5x_2 + 0.5 = y_0 = 3.5$$

$$x_1 + 1.5x_2 - 3 = 0$$

هناك خط فاصل بين مجموعتي القيم

هذه هي 3 input patterns تصنيف الـ 3 input patterns

* مجموعة واحدة تصنف بأنه الـ 3 output يساوي zero

بينما الـ 4th input pattern (1.4, 1.6) ينتمي لمجموعة الثانية التي تصنف

بأنه الـ output يساوي 1

* إذا نظرنا إلى $x_1 - x_2$ plane وأسسنا عليه الـ input patterns

* نجد أنه بالرغم من خط مستقيم يفصل بين المجموعتين، إلا أنهما ليسا
 غير لانهائي من هذه الخطوط الفاصلة

* ولكن لتحدد $y_0 = 3.5$ نجد أن الخط قد أكد بالمعادلة

$$x_1 + 1.5x_2 - 3 = 0$$

وهو خط مستقيم يقطع x_1 عند (3, 0) ويقطع x_2 عند (0, 2)

* لقال للحسالة التي يمكن فصل مجموعتي الـ Input patterns بواسطة خط مستقيم بأنها [Linearly Seperable] قابلة للفصل خطياً.

الخط المستقيم

نعرف مع صفرات الهندسة التحليلية أنه أي خط مستقيم على الصورة

$$ax + by - c = 0$$

يقسم المستوى (x و y) إلى جزئين

- كل النقط الواقعة في الجزء الأول تعطي قيم موجبة للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم

- كل النقط الواقعة في الجزء الثاني تعطي قيم سالبة للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم

- كل النقط الواقعة على الخط المستقيم تعطي قيمة تساوي صفر للطرف الأيسر من معادلة الخط المستقيم، أي أنها تحققه

* يمكن معرفة الأجزاء الموجبة والسالبة بافتراض نقطة والتعويض بها في المعادلة

* وبالرجوع إلى مسألة الشبكات العصبية نستطيع القول بأنه

- استطاعت الشبكة أن تقسم جميع الـ input patterns إلى مجموعتين، وبالتالي

تم تجميع الـ Classification لأي input Pattern إلى مجموعة بناتج (1) ومجموعة

بناتج (0)

لذا لو استخدمنا Threshold الثغیر يحصل عند (0) معادلة الخط الفاصل

$$y = 0$$

هو الثغیر عند (0) معادلة الخط الفاصل $y = 0$ و $y = 1$